

дуктивности трубчатых колодязів (свердловин).

1. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. – М.: Недра, 1985. – 334 с.
2. Тугай А.М., Прокопчук И.Т. Эксплуатация и ремонт систем артезианского водоснабжения. – К.: Будівельник, 1988. – 176 с.
3. Абрамов С.К., Алексеев В.С. Забор воды из подземного источника. – М.: Колос. – 1980. – 239 с.
4. Веригин Н.Н. Кольматаж призабойной зоны скважины // ПМТФ. – 1964. – № 2. – С.74-83.
5. Киселев С.К., Олейник А.Я. Гидродинамическая модель фильтрации при очистке подземных вод от соединений железа // Прикладная гидромеханика. – 1999. – Т.1(73). – С.20-25.
6. Олейник А.Я., Тугай А.М. Моделирование процессов кольматажа и суффозии в прифильтровой зоне скважины // Доповіді НАН України. – 2001. – №9. – С.190-194.
7. Олійник О.Я., Тугай А.М. Математичне моделювання хімічного кольматажу свердловин сполуками заліза // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – Рівне: РДТУ. – 2002. – № 26. – С.271-278.

Отримано 16.02.2004

УДК 338.504

Е.А.ДМИТРИЕВА, канд. техн. наук, Л.Г.ИГНАТЕНКО, И.В.КОЛДОБА
Український науково-дослідницький інститут екологічних проблем, г.Харьков

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМОВ – ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Анализируется сложившаяся в Украине проблема питьевого водоснабжения. Рассматривается «цветение» воды водоемов – источников питьевого водоснабжения и его негативные последствия как масштабная эколого-социальная проблема за рубежом и в нашей стране. Указан комплекс экспериментальных работ, проводимых УкрНИИЭП, по оценке эколого-гигиенического благополучия поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и намечены перспективы дальнейших исследований.

Одна из главных задач государственной политики в области водопользования сегодня состоит в отработке эффективных механизмов реализации отдельных стратегических направлений национального развития с учетом опыта европейских и других стран мира. Это нашло свое воплощение в Основных направлениях государственной экологической политики Украины и в Послании Президента Украины Верховной Раде Украины «Европейский выбор. Концептуальные основы стратегии экологического и социального развития Украины на 2002-2011 гг.».

Водные ресурсы являются важнейшим природным фактором, который определяет развитие экономики, размещение продуктивных сил, комфортность жизни населения. Зависимость общества от водных ресурсов возрастает, повышаются требования к качеству воды. В Основ-

ной (рамочной) Директиве ЕС 2000/60/ЕС районы питьевых водозаборов и водоемы, подверженные антропогенному эвтрофированию, отнесены к зонам подлежащим особой охране, с более строгой регламентацией антропогенной нагрузки. Согласно “Національного плану дій з гігієни довкілля на 2000-2005 рр.”, который был одобрен Постановлением Кабинета Министров от 13.10.2000 г. №1556 все решения органов государственной исполнительной власти, местного и регионального самоуправления, должны приниматься с осуществлением оценки их возможного влияния на здоровье населения. Здоровье населения признано основным критерием эффективности функционирования всех без исключения сфер хозяйственной деятельности, а обеспечение населения городов и других населенных пунктов питьевой водой в должном количестве и требуемого качества – основной задачей органов исполнительной власти. К числу приоритетных задач в области водного хозяйства в указанном документе отнесена охрана и улучшение состояния источников водопользования. Кроме того, одним из важнейших требований при решении водохозяйственных и водоохранных задач, является не только обеспечение удовлетворительного качества поверхностных вод в настоящий момент, но и сохранение благоприятных условий воспроизводства водных ресурсов в будущем. Это условие невозможно выполнить без обеспечения стабильного функционирования экосистемы водного объекта, без сохранения ее целостности и устойчивости.

Современную ситуацию в области водных ресурсов, в том числе и в Украине, характеризуют следующие положения:

дефицит питьевой воды необходимого качества стремительно растет; качественный и количественный дефицит воды, используемой в коммунально-бытовых целях, приводит к росту заболеваемости населения.

Наличие «чистой воды» будет критической проблемой жизнеобеспечения в XXI веке, особенно наличие пресной воды, пригодной для питьевых целей. По прогнозам уже к 2025 г. с нехваткой воды, пригодной для питьевых целей, может столкнуться 2/3 населения планеты [1]. В Украине проблема чистой воды особенно остра, поскольку она – одна из наименее обеспеченных водой стран Европы.

Анализ данных относительно качества питьевой воды свидетельствует о влиянии загрязнения на интегральный уровень состояния здоровья населения. По данным ВОЗ каждые 8 секунд в мире от болезней, вызванных потреблением некачественной питьевой воды, умирает более 5 млн. человек. Инфекционная заболеваемость населения, связанная с водообеспечением, достигает 500 млн. случаев в год [1].

Рассматривая эколого-социальное значение водного фактора окружающей природной среды, необходимо отметить, что загрязнение питьевой воды в последние годы стало повсеместным и преобладающим фактором риска в большинстве городов и районов Украины. В 2003 г. 1228 населенных пунктов страны уже вынуждены использовать привозную питьевую воду. Как было отмечено на заседании Совета национальной безопасности и обороны Украины, сегодня в стране не осталось поверхностных водных источников с 1-й категорией качества (т.е. чистой) воды по основным санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Если по данным ВОЗ ежегодно от употребления недоброкачественной питьевой воды страдает каждый 10-й житель планеты, то в Украине воду несоответствующую требованиям «Державних стандартних правил і норм...» пьет каждый пятый ее житель. Так, во 2-м полугодии 2002 г. по результатам проверки, проведенной государственными центрами стандартизации, метрологии и сертификации, 37 из 111 предприятий централизованного водоснабжения (1/3) поставляли водопотребителям некачественную воду, не отвечающую ГОСТ 2874-82 [1-3]. Большая доля предприятий, нарушающих установленные требования ГОСТа, располагаются в Киевской, Волынской, Днепропетровской, Запорожской, Николаевской, Одесской и Черкасской областях.

Качество питьевой воды в значительной степени определяется качеством исходной воды водных объектов-источников водоснабжения. Актуальность проблемы влияния природных и техногенных веществ, содержащихся в воде, на здоровье населения определяется также эффективностью применяемых методов водоподготовки, состоянием систем водоснабжения. В мировой практике исходная вода в зависимости от ее качества уже сейчас подвергается 14-ступенчатой очистке. По ведомственной информации коммунального хозяйства, применяемые в Украине методы химической и бактериальной очистки (2-3 ступени) обеспечивают безопасность воды для человека не в полной мере, поскольку большинство химических соединений удаляется лишь частично, особенно если их содержание превышает ПДК. Переход на более эффективные современные способы очистки требует времени и значительных капиталовложений.

Один из значительных факторов, негативно влияющий на качество поверхностных вод – антропогенное эвтрофирование, следствием которого является массовое развитие водорослей в водных экосистемах известное, как “цветение” воды. На рис.1 графически представлена взаимосвязь эвтрофирования поверхностных вод и степени их загрязнения биогенными и органическими веществами [4].

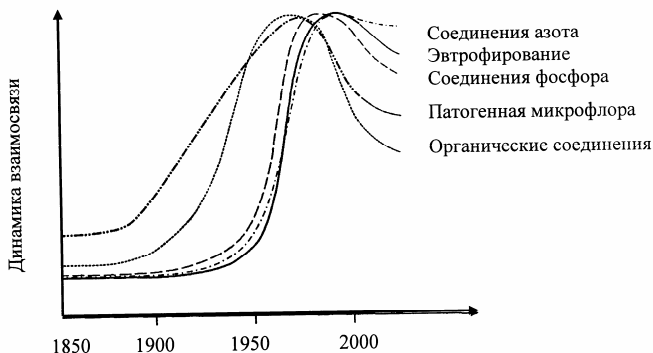


Рис. 1 – Взаимосвязь эвтрофирования поверхностных вод и степени их загрязнения биогенными и органическими веществами

“Цветение” воды — комплексное, негативное природно-антропогенное явление, причиной которого является сочетание целого ряда факторов, связанных не только с изменениями состояния водной среды подверженного “цветению” водоема, но и с загрязнением его донных отложений, сельскохозяйственным освоением водосборных территорий, атмосферным переносом вредных веществ и другими, не всегда достоверно установленными процессами. При “цветении” изменяется не только видовой состав и биомасса планктонных водорослей, но и гидрохимический режим водоема, состав и состояние водной биоты, направленность и интенсивность процессов обмена веществ и энергией между компонентами водных экосистем и т.д. Практически всегда результатом оказывается обеднение видового состава биоты, снижение устойчивости экосистемы, гиперпродукция и накопление органического вещества, ухудшение качества воды.

По данным мировой статистики приблизительно в 40-50% случаях «цветения» в воде накапливаются высокие концентрации токсинов и аллергенных соединений, вызывающих гибель и заболевания у рыб, птиц, животных, людей. В последнее время принят термин «вредоносное «цветение» водорослей» (ВЦВ).

Из всех многочисленных отделов водорослей токсическое действие отмечено у представителей динофитовых (Dinophyta); ядовитых перидиней (Dinophyceae, Peridineae), а также золотистых (Chrysophyta), зеленых (Chlorophyta) и синезеленых (Cyanophyta). При доминировании какой-либо группы водорослей в водную среду выделяются свойственные им токсины. В условиях умеренных широт «цветение» воды обусловлено массовым развитием синезеленых водорослей. Сре-

ди экзогенных метаболитов водорослей идентифицируют более 300 веществ различного химического происхождения (аминокислоты, пептиды, углеводы, фенолы, амины, альдегиды, кетоны, спирты, эфиры, терпеновые вещества, витамины, стиролы, индолы, меркаптаны, антимикробные вещества и т.д.), некоторые из которых имеют токсическое действие на теплокровных животных и человека. Альтотоксины аккумулируются в водной экосистеме, иногда подвергаясь трансформации, но сохраняя при этом токсичность. Наибольшее количество альтотоксинов обычно попадает в воду водоемов – источников питьевого водоснабжения при массовом отмирании водорослевой массы.

Метаболиты синезеленых водорослей – амины – существенно влияют на формирование запаха и вкуса воды, являются сильными одорантами. Большинство из них имеет очень характерный “рыбный” запах. Пороговая концентрация этих соединений довольно низкая – 10^{-10} мг/л [4].

Токсины, которые продуцируются цианобактериями, могут быть подразделены по характеру их действия на нейро-, гепато-, гено-, иммуно- и эмбриотоксины. Некоторая часть токсинов цианобактерий имеет неалкалоидную полипептидную природу (например, циклический пептид «фактор быстрой смерти»). Нейротоксины вырабатываются цианобактериями родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Microcystis*, гепатотоксины – *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon*. Наиболее распространенными и вариabельными, а также наиболее опасными альтотоксинами являются микроцистины, которые относятся к группе циклических гепатотоксичных гептапептидов (ЦГГ). Летальная доза микроцистинов для теплокровных животных составляет - DL_{50} – 0,1 мкг/г веса при внутрибрюшинном введении. Не менее опасны также некоторые нейротоксины. Например, DL_{50} афантоксина составляет 0,01 мкг/г веса [5-6].

Установлено, что альтотоксины поражают многие органы и системы в организме человека. Отравление водой из «цветущих» водоемов может протекать в нескольких клинических формах. Желудочно-кишечная форма отравления протекает по типу дизентерии- или холероподобного заболевания. Мышечная форма отравления альтотоксинами (юксовско-саргланская болезнь) развивается после употребления в пищу инфицированной водорослями рыбы. Характерными проявлениями болезни является: резкие боли в мышцах, цианоз кожи, рвота. Опасность представляет возможная асфиксия вследствие паралича дыхательной мускулатуры. При кожно-аллергической форме характерен дерматит, зуд, набухание и гиперемия слизистой оболочки. Отме-

чены реакции со стороны дыхательных путей по типу бронхиальной астмы [6].

Необходимо подчеркнуть, что токсины синезеленых водорослей не удаляются современными методами водоподготовки. Учитывая значимость связанных с «цветением» воды проблем таких видов водопотребления как питьевое водоснабжение, рыбоводство, рекреация и др., ВОЗ были разработаны нормативы содержания некоторых альготоксинов в источниках питьевого водоснабжения и рекомендации о включении этих показателей в национальные программы наблюдений на водных объектах.

Следует отметить, что постоянное воздействие даже низких концентраций веществ токсического действия, так называемый фактор низкой интенсивности, может значительно нарушить защитные системы организма. В результате, «цветение» воды и связанные с ним негативные сопутствующие явления становятся социально-экологической проблемой.

С точки зрения такого вида водопользования, как питьевое водоснабжение, основными негативными последствиями «цветения» воды следует считать:

- возникновение риска появления в воде биологически активных веществ, в том числе токсичных – метаболитов и продуктов распада водорослей;
- ухудшение качества воды по таким параметрам, как органолептические, санитарно-микробиологические, показатели загрязненности воды органическими веществами и ряд других;
- повышение риска образования вредных веществ в процессе обработки воды по существующим технологиям (например образования диоксинов при хлорировании воды, загрязненной фенольными соединениями);
- нарушение работы сооружений систем водоподготовки.

В Украине вследствие достаточно теплого климата, высокой зарегулированности большинства рек и сильного загрязнения поверхностного стока биогенными веществами из-за интенсивного сельскохозяйственного использования земель сложились весьма благоприятные условия для массового развития планктонных водорослей на большинстве водных объектов. Практически ежегодно наблюдается «цветение» воды в каскаде днепровских водохранилищ – крупнейшего водохозяйственного комплекса страны. Специфика сложившейся экологической ситуации в питьевом водопользовании в регионах с эвтрофированными водоемами – источниками питьевого водоснабжения в целом заключается как в повышенном удельном весе среди факторов, влияю-

щих на формирование качества водной среды внутриводоемных процессов, в частности «цветения» вод, так и в том, что естественный ход этого процесса искажен многофакторным антропогенным воздействием.

Несмотря на значительную распространенность «цветения» в водных объектах Украины, влияние этого явления на качество питьевого водоснабжения и, как следствие, на условия жизнедеятельности и здоровья населения, в нашей стране изучено недостаточно. Недостаточно изученным является также суммирование факторов техногенного загрязнения и эвтрофирования источников питьевого водоснабжения. Необходима переориентация на первоочередное решение острых проблем водопользования в экологически депрессивных регионах Украины.

Глубокий анализ проблемы качества воды водоемов – источников питьевого водоснабжения с целью ее практического решения требует проведения комплексных исследований по следующим основным направлениям:

разработка и детальное обоснование программ экологических исследований с учетом требований ЕС по использованию водных ресурсов в зонах особой охраны и специфики регионов;

исследования по выявлению возможных эколого-социальных факторов, воздействующих на условия жизнедеятельности и здоровье населения.

Большинство отечественных исследований, касающихся проблемы «цветения», посвящено популяционно-экологическим, флористическим и другим теоретическим аспектам «цветения», не связанным с воздействием «цветущей» воды на здоровье водопользователей.

В рамках решения данной проблемы специалистами УкрНИИЭП, начиная с 1999 г., проводятся комплексные эколого-социальные исследования эвтрофированных водоемов – источников питьевого водоснабжения в техногенно нагруженном регионе Полтавской области и возможного влияния качества воды на здоровье населения как интегральной характеристики эколого-гигиенического благополучия условий окружающей природной среды. Следует указать, что необходимость эколого-гигиенической оценки поверхностных источников водоснабжения, систем подготовки питьевой воды актуальна и для многих регионов Украины.

Экспериментальные работы выполнялись по следующим направлениям:

гидрохимические и гидробиологические исследования качества воды;

анализ и оценка биохимической активности воды и донных отложений с использованием хроматографических и энзимологических методов анализа компонентов водной среды;
выявление токсических (включая генотоксичность) свойств исследуемых вод на различных тест-объектах;
исследование состояния иммунного статуса населения региона;
выяснение роли токсичных цианобактерий в нарушении иммунного статуса населения с выявлением наиболее опасных с гигиенических позиций таксонов;
комплексная оценка экологического благополучия исследуемых поверхностных вод и гигиенического риска их использования.

При проведении исследований нами выявлено преобладание в фитопланктоне в период «цветения» синезеленых водорослей, причем доминировали, как правило, токсичные виды цианобактерий родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*. Пример соотношения различных систематических групп водорослей планктона приведен на рис.2.

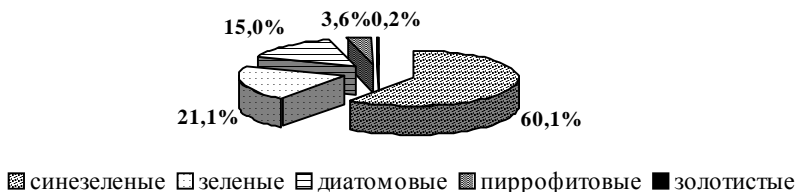


Рис.2 – Процентное соотношение групп фитопланктона в период "цветения" в районе водозабора г.Комсомольска Полтавской обл., 2003 г.

Также было проведено изучение токсичности синезеленых водорослей, вызывавших «цветение» в местах водозаборов, биохимическими, токсикологическими методами [7, 8]. Нами выявлено, что проявление их токсического действия является специфичным в плане зависимости от сложного комплекса внешних факторов, таких как местная локальная ситуация и время года, наличия биологических факторов, способных усилить или ослабить действие данного токсина, что способствует резкому снижению порога чувствительности организма к действию патологического фактора.

Проведенные исследования необходимо рассматривать как базовые при решении эколого-социальной проблемы качества питьевой воды эвтрофированных водоемов – источников питьевого водоснабжения.

Рассматривая эколого-социальные аспекты водопользования в ракурсе поиска гармонии развития общества и природы целесообразно подчеркнуть, что во второй половине XX в. появились и активно прогрессируют тенденции формирования и развития новых пограничных и интегративных научных направлений и наук. Потребностью сегодняшнего дня является экологический подход – синтез экологии, социологии и экономики, который может использоваться как основа для построения хозяйства, которое будет как экологически, так и социально устойчивым [1]. Приведенные материалы свидетельствуют об исключительной актуальности вопросов разработки новых подходов к оценке водных объектов – источников питьевого водоснабжения как элементов природной среды (экологическое благополучие) и природного ресурса (экономика) с учетом их социальной значимости и мер по их оздоровлению.

В целях принятия управленческих решений в области водопользования и ранжирования требований всех водопотребителей водохозяйственной системы нами запланированы маркетинговые исследования, которые обосновывают воду как рыночный продукт. Для этого нами проводятся работы по:

разработке и организации системы маркетинговой информации в проблеме водопользования в условиях эвтрофирования водоемов;

усовершенствованию существующей системы водопользования, направленному на улучшение экологического состояния водных объектов и условий водопользования;

формированию рекомендаций по деэвтрофированию водоемов, разработке технических решений, направленных на получение воды с заданными показателями качества;

разработке метода выбора оптимального распределения средств между водопользователями на осуществление природоохранных мероприятий.

1.Стан світу 2001. – К.: Інтелсфера, 2001. – 284 с.

2.Довідка України: Статистичний збірник. – К., 2003. – 310 с.

3.Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000 р. – К., “Преса України”, 2001. – 184 с.

4.Toxic Cyanobacteria in Water. By I. Chorus and J. Bartram. - London and New York, 1999. - P. 114-140.

5.Горюнова С.В., Демина Н.С. Водоросли – продуценты токсических веществ – М.: Наука, 1974. – 256 с.

6.Rapala J. Toxin Production by Freshwater Cyanobacteria: Effects of Environmental Factors.: Department of Applied Chemistry and Microbiology University of Helsinki. Dissertationes Biocentri Viikki Universitatis Helsingiensis, 1988.- 97 p.

7.Дмитрієва О.О., Куценко Т.І., Калашніков В.О. та ін. Екологічні аспекти в проблемі “комсомольський синдром” // Екологіческая и техногенная безопасность: Сб. на-

уч. тр. – Харьков, 2000. – С.332-337.

8.Дмитриева Е.А., Проскурня Н.И., Разапова Т.А. и др. Экологические исследования в проблеме “цветения” открытых водоемов при их специальном водопользовании // Вісник Харківського інституту соціального прогресу „Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес”. Вип. 1. – Харків, ХІСП. 2001. – С. 33-38.

Получено 12.02.2004

УДК 628.036

О.О.ЛЮБАВИНА, В.Г.МИХАЙЛЕНКО, кандидаты техн. наук,
О.Ф.АКСЬОНОВА

Харківський державний університет харчування та торгівлі

МЕХАНІЗМ ДЕФТОРУВАННЯ ВОДИ АЛЮМІНІЙ СУЛЬФАТОМ

Аналізуються процеси, що відбуваються під час дефторування води алюміній сульфатом. Запропоновано механізм дефторування по типу утворення комплексної сполуки та конкурентного заміщення гідроксид-іонів фторид-іонами.

Останнім часом збільшився об'єм використання води з підземних джерел у питному водопостачанні та у виробництві харчових продуктів.

Вода, що видобувається з підземних джерел, не має антропогенних забруднень, але не завжди є збалансованою щодо хімічного складу і тому часто не відповідає вимогам нормативної документації.

Підземні води Харківського регіону, що добуваються з глибин понад 70 м, в основному мають оптимальні фізико-хімічні показники якості, але досить часто зустрічаються води з підвищеними концентраціями сполук фтору. Це робить неможливим використання цієї води у питному водопостачанні та у виробництві харчових продуктів. Вода, яка містить надлишок фтору, крім флюорозу викликає у людей зміни в кістковій тканині, а у дітей навіть рахіт. Також погіршується робота серцево-судинної системи та загальний фізичний стан людини [1]. Медичними нормативами встановлено, що вміст фтору для питної води знаходиться у межах 0,5-1,5 мг/дм³. Всесвітня організація охорони здоров'я також рекомендує ГДК фтору у воді не більше 1,5 мг/дм³ [2]. Українські СанПін встановлюють оптимальну концентрацію фториду для систем централізованого водопостачання у межах 0,7-1,5 мг/дм³ [3].

Оскільки вміст фтору у підземних джерелах Харківщини визначається в межах 1,5-2,8 мг/дм³, то дефторування води є актуальною проблемою для забезпечення населення і підприємств якісною водою.

Для дефторування води використовуються різні методи, які авторами [1, 4] поєднують в дві групи: метод сорбції фтору осадом алюміній